



OLINDA | PE

18º SEMINÁRIO NACIONAL  
DE DISTRIBUIÇÃO  
DE ENERGIA ELÉTRICA

06 a 10 de Outubro de 2008  
Olinda - PE

### **Análises de contingências em sistemas elétricos de subtransmissão utilizando a Lógica Paraconsistente na identificação de riscos**

|  |   |  |
|--|---|--|
| <b>José de Melo Camargo</b><br>AES Eletropaulo<br><a href="mailto:jose.camargo@aes.com">jose.camargo@aes.com</a> | <b>Edson Nunes</b><br>AES Eletropaulo<br><a href="mailto:edson.nunes@aes.com">edson.nunes@aes.com</a>               | <b>Flavio Celio de Souza Cerdan</b><br>AES Eletropaulo<br><a href="mailto:flavio.cerdan@aes.com">flavio.cerdan@aes.com</a> |
| <b>Marcos Rosa dos Santos</b><br>AES Eletropaulo<br><a href="mailto:marcos.rosa@aes.com">marcos.rosa@aes.com</a> | <b>João Inácio da Silva Filho</b><br>UNISANTA<br><a href="mailto:inacio@unisanta.br">inacio@unisanta.br</a>         | <b>Alexandre Rocco</b><br>UNISANTA<br><a href="mailto:a.rocco@terra.com.br">a.rocco@terra.com.br</a>                       |
| <b>Alexandre Shozo Onuki</b><br>UNISANTA<br><a href="mailto:shozost@yahoo.com.br">shozost@yahoo.com.br</a>       | <b>Luís Fernando Pompeo Ferrara</b><br>UNISANTA<br><a href="mailto:lfpferrara@uol.com.br">lfpferrara@uol.com.br</a> |  |

#### **PALAVRAS CHAVE:**

Lógicas não-Clássicas, Lógica Paraconsistente Anotada, Recomposição de Sistemas de Distribuição, Reconfiguração de Redes de Distribuição.

#### **DADOS DA EMPRESA:**

Nome: AES Eletropaulo  
Endereço: Rua do Lavapés, 463.  
Telefone/fax: (11) 2195-7179  
E-mail: jose.camargo@aes.com

#### **RESUMO**

Neste artigo apresentamos um método de análise de contingência com identificação de riscos em Sistemas de distribuição de Energia Elétrica através de redes de análises fundamentadas na Lógica Paraconsistente. A Lógica Paraconsistente é uma lógica não-clássica cujos fundamentos permitem tratar contradições sem invalidar as conclusões. Através dos Algoritmos denominado de NAPs - Nós de Análises Paraconsistentes são equacionados sinais representativos de restrições, riscos e tipos de configuração da rede de distribuição de energia elétrica em um estado pré-falta. A análise de contingências é feita em tempo real por uma Rede de Análise Paraconsistente (RAP) que produz um Grau de evidência resultante cujo valor representa o tipo de operação do Sistema. Na ocorrência da falta na rede de distribuição de energia elétrica o resultado da análise paraconsistente do estado pré-falta representado pelo Grau de evidência resultante da RAP é avaliado juntamente com as informações pós-falta. Dessa forma o tipo de ocorrência e seus parâmetros são classificados pela RAP com o propósito de oferecer uma seqüência de manobra otimizada para o restabelecimento do Sistema. Este método aplicado em um Sistema Especialista-SE está sendo validado através de testes "off-line" em um Sistema de distribuição da Eletropaulo que abrange uma rede de distribuição e uma subestação modelo de médio porte- Barra funda.

## 1. INTRODUÇÃO

Sabe-se que a ocorrência de defeitos em um sistema de potência é inevitável, e os motivos que causam estas interrupções são vários, podendo ser internos ou externos ao sistema de potência, como os fenômenos elétricos ou ambientais, ou ainda erros humanos. Para a diminuição de índices de interrupção de Energia elétrica é de primordial importância que um sub-Sistema de transmissão de Energia Elétrica tenha um controle permanente e que a supervisão de seus componentes seja feita automaticamente, com muita rapidez e confiabilidade. As concessionárias dos grandes centros distribuidores de Energia Elétrica necessitam que novos métodos sejam agregados para oferecer maior confiabilidade no fornecimento de Energia Elétrica. Devido ao grande número de informações que chegam ao centro de controle, e ainda levando-se em conta àquelas que possam ser vagas, conflitantes ou contraditórias, o operador humano pode ser levado a tomar decisões não otimizadas, ou até mesmo equivocadas, acarretando grandes prejuízos e demora na execução destes procedimentos. Pesquisas na área de inteligência Artificial estão sendo desenvolvidas para se encontrar novas ferramentas apoio aos operadores humanos. No entanto, devido ao grande número de chaves, os métodos que propõem o restabelecimento otimizado de Subsistemas de transmissão após uma falta não produzem bons resultados levando a uma explosão combinacional. Os projetos desenvolvidos nessa área com o objetivo de fazer com que todas estas funções de análise e tomadas de decisão possam ser efetuadas com a ajuda de técnicas de Inteligência Artificial tem encontrado dificuldades. O baixo rendimento demonstrado por esses projetos na sua execução é porque esse tipo de aplicação envolve análises de grande quantidade de sinais de informações que trazem redundância e contradição.

Em alguns trabalhos a complexidade dos algoritmos resulta em alto custo devido ao tempo computacional e chega-se a concluir que para sistemas de análises e tratamentos de informações incertas as lógicas não-clássicas são as mais indicadas. Utilizando os conceitos teóricos da Lógica Paraconsistente Anotada, que é uma classe de lógica Não-Clássica apresentamos neste trabalho uma parte importante de um Sistema Especialista (SE) para apoio à tomada de decisão para o restabelecimento de sistema de Sub-Transmissão de Energia Elétrica. Essa parte do SE é utilizada na análise e tratamento das possíveis contradições entre as informações recebidas em tempo real sobre as restrições, riscos e configuração atual do Sistema. E a partir dessa análise, caso ocorra uma falha haverá possibilidades de informar ao usuário uma maneira otimizada de como efetuar as ações para a recomposição de Sistema de Sub-Transmissão de Energia Elétrica.

## 2. A LÓGICA PARACONSISTENTE COM ANOTAÇÃO DE DOIS VALORES (LPA2V)

Neste trabalho utilizamos a Lógica Paraconsistente Anotada LPA que é uma classe de lógica Paraconsistente Evidencial que faz tratamento de sinais representados por anotações permitindo uma descrição e equacionamento por meio de Algoritmos. Na LPA [2] [4] [11], as fórmulas proposicionais vêm acompanhadas de anotações. Cada anotação  $\mu$ , pertencente a um reticulado finito  $\mathcal{T}$ , que atribui valores à sua correspondente fórmula proposicional  $p$ . Podemos considerar que cada Grau de evidência atribuído à proposição é um valor que está contido no conjunto de valores composto pelas constantes de anotação do reticulado  $\{T, V, F, \perp\}$ . Isto leva-nos a considerar o Grau de evidência como sendo uma constante de anotação do reticulado.

Na Lógica Paraconsistente com anotação de dois valores LPA2v [6] é uma extensão da LPA e cada sentença proposicional virá acompanhada de um Grau de evidência favorável  $\mu$  e um Grau de Evidência desfavorável  $\lambda$  que atribuirá a conotação de “Verdade”, de “Falsidade”, de “Inconsistência” ou de “Indeterminação” à proposição. A LPA2v pode ser representada através de um reticulado onde são estabelecidas terminologias e convenções. Como exemplo temos o reticulado finito, de “quatro estados”, figura 1 (a) e ser estudada através de quadrado unitário no plano cartesiano, conforme a figura 1 (b).

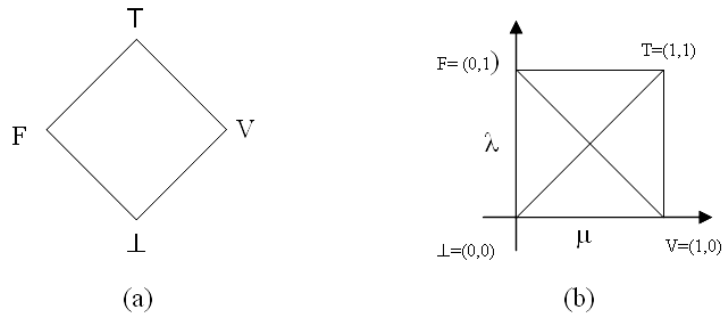


Figura. 1 - Reticulado finito e Quadrado Unitário no Plano Cartesiano.

O primeiro elemento do par ordenado  $\mu$  representa o grau em que as evidências favoráveis sustentam a proposição  $p$  e o segundo elemento  $\lambda$  representa o grau em que as evidências desfavoráveis ou contrárias negam ou rejeitam a proposição  $p$ .

A partir dos Graus de evidências  $(\mu, \lambda)$  são possíveis os cálculos do Grau de Certeza  $G_C$  e do Grau de Contradição  $G_{ct}$  da análise através das equações:

$$G_C = \mu - \lambda \quad G_{ct} = (\mu + \lambda) - 1$$

Entre os estados lógicos extremos existem internamente ao reticulado infinitos estados lógicos não-extremos, os quais, em uma análise paraconsistente, serão indicat6rios para tomadas de decis6o.

### 3. SISTEMAS OU N3S DE AN6LISE PARACONSISTENTE (NAP's)

Em [8] 6 apresentado um m6todo de tratamento de Incertezas utilizando a L3gica Paraconsistente Anotada onde se considera como saídas da an6lise dois valores; um Grau de certeza real  $G_{Cr}$  calculado por:

$$G_{Cr} = 1 - \sqrt{(1 - |G_C|)^2 + G_{ct}^2}$$

Se:  $G_C > 0$

e:

$$G_{Cr} = \sqrt{(1 - |G_C|)^2 + G_{ct}^2} - 1$$

Se:  $G_C < 0$

E um Intervalo de Certeza calculado  $\varphi_{(\pm)}$  por:

$$\varphi = 1 - |G_{ct}|$$

onde:  $\varphi = \varphi_{(+)}$  Se  $G_{ct} > 0$   
 $\varphi = \varphi_{(-)}$  Se  $G_{ct} < 0$

Ainda conforme o exposto em [8] um Algoritmo que faz este tipo de an6lise 6 denominado de Sistema ou N3 de An6lise Paraconsistente. Um N3 de An6lise Paraconsistente - NAP 6 capaz de receber evid6ncias e fornecer um valor de certeza acompanhado de seu Intervalo de Certeza. Portanto, considera-se um N3 de An6lise Paraconsistente-NAP como sendo um Sistema de An6lise Paraconsistente que recebe Graus de Evid6ncia nas suas entradas e fornece dois valores; um que representa o Grau de Certeza real  $G_{Cr}$  e outro, o seu Intervalo de Certeza sinalizado  $\varphi_{(\pm)}$ .

### 4. ALGORITMO DO N3 DE AN6LISE PARACONSISTENTE (NAP's)

Com as considera6es apresentadas at6 aqui podemos computar valores utilizando as equa6es obtidas e construir um Sistema de An6lise Paraconsistente capaz de oferecer uma resposta satisfat3ria a partir de informa6es buscadas em base de dados de Conhecimento Incerto. O N3 t6pico de An6lise Paraconsistente-NAP 6 constru6do pelo "Algoritmo de An6lise Paraconsistente da LPA2v" a seguir:

1. Entre com os valores de Entrada  
 $\mu$  \*/ Grau de Evidência favorável  $0 \leq \mu \leq 1$   
 $\lambda$  \*/ Grau de Evidência desfavorável  $0 \leq \lambda \leq 1$
2. Calcule o Grau de Contradição  
 $G_{ct} = (\mu + \lambda) - 1$
3. Calcule o Intervalo de Certeza  
 $\varphi = 1 - |G_{ct}|$
4. Determine o sinal da Saída  
 Se  $\varphi \leq 0,25$  Então Faça S1= 0 e S2=  $\varphi$ : Indefinição e vá para o item 10  
 Senão vá para o próximo item
5. Calcule o Grau de Certeza  
 $G_C = \mu - \lambda$
6. Calcule a distância D  
 $D = \sqrt{(1 - |G_C|)^2 + G_{ct}^2}$
7. Determine o Grau de Certeza real  
 Se  $G_C > 0$   $G_{Cr} = (1 - D)$   
 Se  $G_C < 0$   $G_{Cr} = (D - 1)$
8. Determine a sinalização do Intervalo de Certeza  
 Se  $\mu + \lambda > 1$  Sinalize positivo  $\varphi_{(\pm)} = \varphi_{(-)}$   
 Se  $\mu + \lambda < 1$  Sinalize negativo  $\varphi_{(\pm)} = \varphi_{(+)}$   
 Se  $\mu + \lambda = 1$  Sinalize zero  $\varphi_{(\pm)} = \varphi_{(0)}$
9. Apresente as saídas  
 Faça S1 =  $G_{Cr}$  e S2=  $\varphi_{(\pm)}$
10. Fim

Se houver interligações de NAPs formando rede de análises paraconsistente são acrescentadas mais duas linhas no algoritmo:

9. Calcule o Grau de Evidência resultante real

$$\mu_{ER} = \frac{1 + G_{Cr}}{2}$$

10. Apresente os resultados na saída

Faça S1 =  $\mu_{ER}$  e S2=  $\varphi_{(\pm)}$

11. Fim

A representação simbólica de um NAP é apresentada na figura 2 onde temos duas entradas de Graus de Evidência favorável  $\mu$  e desfavorável  $\lambda$  à respeito da Proposição analisada e duas saídas de resultados; o Grau de Certeza real  $G_{Cr}$  e o Intervalo de Certeza simbolizado por  $\varphi_{(\pm)}$ .

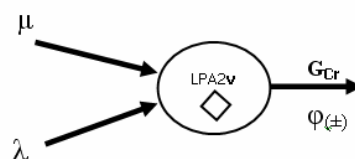


Figura 2 - Símbolo do Nó de Análise Paraconsistente NAP.

A aplicação da Lógica paraconsistente através da metodologia da LPA2v apresentada em [6] considera proposições e funciona de forma evidencial. Dessa forma, criando proposições os Graus de evidências que irão

alimentar os NAPs são modelados extraíndo-se conhecimento através de banco de dados, pontos de medições de grandezas e de heurísticas.

## 5. ANÁLISES DE CONTINGÊNCIAS COM IDENTIFICAÇÃO DE RISCOS

Como a LPA2v aceita sinais de evidências extraídos de informações contraditórias é possibilitada a inferência de dados para análise de estados de pré-falta e sua comparação com o estado pós-falta. Possibilita-se assim que através dos resultados da análise consiga-se a adequação das manobras a serem re-editadas no sistema de Energia Elétrica condicionadas às restrições impostas por cada configuração topológica de rede e da subestação. Considera-se então que um Sistema Especialista SE completo para atuar em apoio para restabelecimento de Sistemas Elétricos de Sub-Transmissão de Energia Elétrica deva efetuar ações de controle sobre o Sistema em três estados de análises:

1. Pré-falta - Análise do Sistema em operação
2. Pós- Falta - Análise do Sistema na contingência
- 3- Restabelecimento – Análise do Sistema após contingência

Em um Sistema de distribuição de Energia estes três estados estão em “loop” contínuo de análise e ações. O ideal é que o sistema permanecesse sempre no estado de análise pré-Falta. Para cada um destes estados uma Rede de Análise Paraconsistente RAP composta de NAPs interligados faz a análise gerando evidências que permitirão o restabelecimento do Sistema de Sub-Transmissão de energia elétrica objetivando um plano ótimo para recomposição que deva satisfazer os seguintes itens:

- Encontrar um plano em um curto intervalo de tempo (tempo real)
- Minimizar o número de manobras
- Recompôr o Sistema no tipo de Operação mais próximo possível do estado Pré-Falta.
- Reduzir o número de consumidores interrompidos
- Atender os consumidores prioritários
- Providenciar para que nenhum componente seja sobrecarregado
- Manter a estrutura radial do Sistema (sem formação de anéis)
- Outros objetivos dependendo da necessidade da concessionária.

A figura 3 mostra as ações de SE em um Sistema Elétrico de Sub-Transmissão de Energia Elétrica.

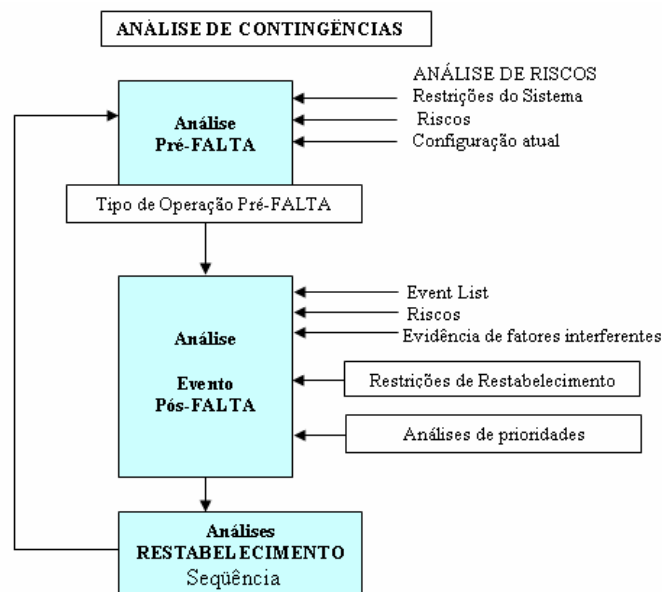


Figura 3 - Fluxograma de Análise de Contingência.

## 6. COMPOSIÇÃO DA REDE DE ANÁLISES PARACONSISTENTE (RAP) PARA IDENTIFICAÇÃO DE RISCOS

Neste trabalho vamos focalizar a análise paraconsistente nas ações do estado de Pré-Falta. A análise paraconsistente neste estado de Operação originará as condições para, junto com outros fatores, no estado pós-Falta formar seqüenciamento de fechamentos de disjuntores para o restabelecimento do Sistema de Sub-Transmissão de Energia Elétrica.

Detalhamos a seguir a metodologia da LPA2v aplicada nas ações de Pré-Falta.

1. Estado de Pré-falta – Nesse estado o Sistema está em regime de operação. O SE deve ser capaz de analisar e classificar o tipo de operação. O tipo de Operação pode ser classificado por exemplo, como um dos apresentados em [8]:

a) Operação Normal (parâmetros não violados e carga atendida), b) Operação em urgência (parâmetros violados e carga atendida), c) Operação em emergência (carga desligada), d) Operação em recomposição (processo de restabelecimento de carga).

A classificação feita pela Rede de Análise Paraconsistente-RAP gerará apenas um sinal de evidência cujo valor definirá o tipo de operação através de uma única proposição objeto  $P_o$ .

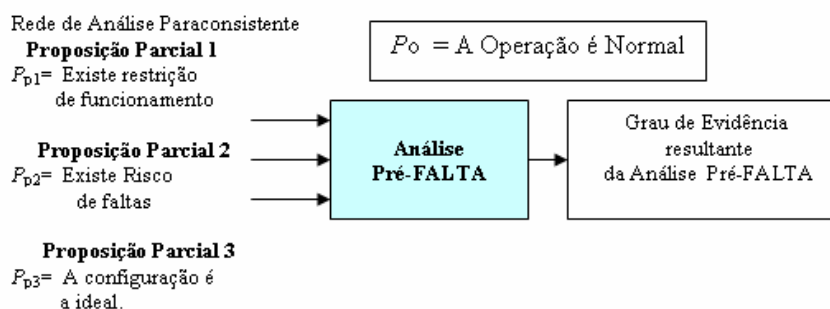


Figura 4 - Análise paraconsistente no estado de Operação Pré-Falta

Quando o Grau de Evidência resultante for igual a 1 significa que as evidências analisadas representadas pelas proposições parciais estão confirmando a proposição objeto. A medida que o valor do Grau de Evidência resultante se distancia de 1 e se aproxima de 0,5, portanto, do estado Indefinido, significa que as informações estão trazendo evidências que enfraquecem a afirmativa à proposição. Nestas condições a análise indica que alguns parâmetros estão violados apesar da carga atendida. Uma investigação nos NAPs sobre quais são os valores dos graus de evidência das proposições parciais e seus intervalos de evidência, permitem uma indicação da origem da violação dos parâmetros e das contradições que estão provocando essa diminuição do Grau de Evidência resultante da proposição objeto.

Quando o Grau de Evidência resultante ultrapassa o valor de indefinição 0,5 e se aproxima de zero significa que as informações que trazem as evidências para a análise sobre as proposições parciais estão indicando uma maior refutação à proposição objeto. Portanto, as evidências de riscos, relacionados as restrições e a atual configuração do Sistema sugerem que está se aproximando de uma Emergência. Uma verificação nos Graus de Evidências das análises das proposições parciais e nos seus respectivos intervalos de Certeza trazem informações que capacitam a formação de uma melhor ação no sentido de aumentar o Grau de Evidência da proposição objeto, para levá-lo ao valor máximo 1. Portanto, deixar o Sistema de Subtransmissão de energia elétrica no estado de operação normal.

### 6.1. Rede de Análises Paraconsistente RAP.

Conforme os conceitos fundamentais da Lógica Paraconsistente uma análise deve admitir contradições. Isto significa que, ao receber conflitos nas informações, o sistema de análise paraconsistente equaciona-os e,

sem que o peso do conflito invalide a análise, produz um valor que expressa a realidade. Os NAPs intercalados na Rede de Análise Paraconsistente são algoritmos extraídos da LPA2v e, diferentemente de outras formas de tratamento de incertezas, não admitem fatores, peso ou mudanças na sua estrutura que possam compensar tipos de evidências de suas entradas. Por esse motivo os Graus de evidência apresentados para análises devem expressar a natureza e as características da fonte de informação. Para isso são feitas as modelagens e consideradas as variações dentro de um Universo de Discurso, inclusive a relação com outras fontes de informações.

### 6.2. Modelagens dos sinais de Graus de Evidência de entrada para identificação de riscos

Após a escolha de uma Proposição todas as evidências possíveis para afirmar essa proposição serão levantadas através de extração de conhecimento. Os Graus de evidências a respeito dessa proposição serão modelados no universo do discurso e com variação que dependerá da natureza da fonte de informação. Outras fontes de informações que fornecerão os Graus de evidências para os NAPs fazerem a análise a respeito das proposições parciais são, por exemplo; sinais originados do SCADA sobre leitura de tensão, corrente e carga, estados de reles e proteção, além do perfil de carga do sistema no momento e atual topologia.

A modelagem e a extração do conhecimento para gerar os graus de evidências aos riscos são feitas de diversas formas como; utilizando heurística, procura em bancos de dados, interpretações de variáveis lingüísticas, cálculos estatísticos, etc. Um exemplo de um Grau de evidência gerado a partir de previsão de carga em relação a determinado horário do dia é apresentado na figura 5, onde a Proposição objeto é:  $P_o$  : “O horário é crítico”.

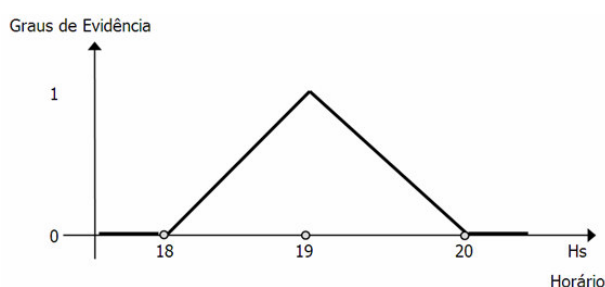


Figura 5 - Exemplo de modelagem de fonte de evidências para análises de riscos.

Sendo :  $(\mu, \lambda) \mid \mu, \lambda \in [0, 1] \subset \mathfrak{R}$   
 Proposição:  $P =$  O horário é crítico :  
 Verdade: 19 horas  $\mu = 1,0 \Rightarrow P_{A(1, 0)}$   
 Falso inferior: 18 horas  $\mu = 0,0 \Rightarrow P_{A(0, 1)}$   
 $18 \leq x \leq 19: \mu = 1x - 18$   
 $19 < x \leq 20: \mu = -1x + 20$   
 Falso Superior: 20 horas da noite  $\mu = 0,0 \Rightarrow P_{A(0, 1)}$

### 6.3. Modelagens dos Riscos

Os riscos poderão ser classificados e, a partir dessa classificação, normalizados, para serem então considerados Graus de Evidências para a análise na RAP.

Neste trabalho foi feita uma classificação de riscos para análise de contingência da seguinte forma:

Riscos de Chaveamento  $P_{ch}$  – São os relacionados à configuração real do Sistema de Sub-Transmissão de energia elétrica. A configuração é relacionado ao chaveamento atual do sistema de distribuição configurada por estados de disjuntores e seccionadoras na topologia real do sistema. A proposição objeto de cada componente, é relacionada as restrições sobre estados dos disjuntores. Portanto, é do tipo:

$P_{ch} =$  O estado do disjuntor  $D_n$  é ligado.

Riscos Não-Controláveis  $P_{NC}$  – São os relacionados à natureza: horário de pico, incidência de raios, dia de

produção, etc...

Riscos Controláveis  $P_C$  – São os relacionados às medições das grandezas como: Corrente, tensão, fluxo de cargas, etc.

Uma modelagem a respeito de classificação de riscos é mostrada na figura 6.

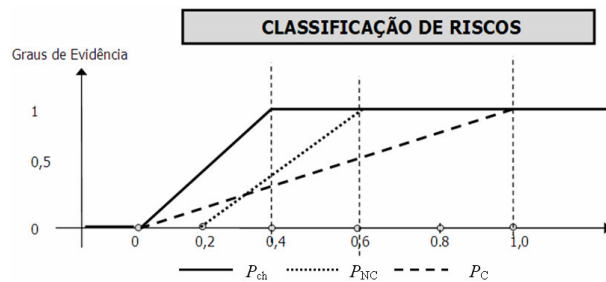


Figura 6 - Exemplo de Classificação de riscos

## 7. TOPOLOGIA DA REDE DE ANÁLISE PARA CONSISTENTE (RAP) PARA IDENTIFICAÇÃO DE RISCOS

Conforme foi visto, os NAPs são Interligados na RAP com modelagem própria para cada análise específica de cada região do Sistema de Sub-Transmissão de energia elétrica. A figura 7 mostra a interligação de NAPs para análise de riscos utilizada neste trabalho.

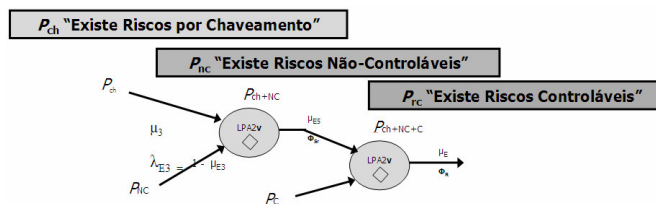
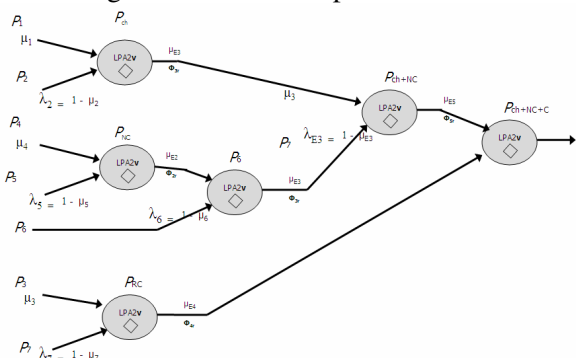


Figura 7 - Interligação de NAPs para análises de riscos.

Através da metodologia e as equações da LPA2v quanto maior o Grau de evidência resultante da restrição da proposição parcial P menor será o Grau de Evidência a respeito da proposição objeto analisada  $P_o$ .

O valor do Grau de Evidência resultante obtido na saída do RAP que analisa a Proposição objeto: "O Sistema está Normal" indica o tipo de operação do Sistema e será uma Evidência para a análise efetuada pela rede na condição de Pós-Falta.

A topologia da rede de Análise utilizado neste trabalho é a apresentada na figura 8. Esclarecemos que outros tipos de topologias podem ser utilizados conforme as características de análise e a natureza das fontes de informações utilizadas como geradoras de graus de evidência para alimentar a rede.





Neste projeto que trata de análise de contingências a subestação de Energia Elétrica alimenta a RAP- Rede de Análise Paraconsistente com informações sobre o estado de chaveamento e carga em tempo real. Ao mesmo tempo em que gera as informações a subestação é monitorada pelo analisador de riscos para verificar em que tipo de Operação a mesma se encontra.

São os estados das chaves e dos disjuntores do sistema, juntamente com a medição das cargas em tempo real da subestação que providenciam informações sobre a sua configuração. Estas informações que, conforme foi visto, entram na classificação de riscos por chaveamento, são analisadas em tempo real e armazenadas temporariamente. Na ocorrência da falta no Sistema de Sub-Transmissão de energia elétrica a análise feita pela RAP passa a ser a do estado Pós-Falta. Neste caso, as informações que foram armazenadas serão utilizadas como evidências as quais, juntamente com o valor do Grau de Evidência sobre o tipo de Falta ocorrida serão capazes de, através de uma análise paraconsistente, oferecer uma sugestão de seqüência ótima para o restabelecimento.

## 8. CONCLUSÃO

Neste artigo apresentamos um Analisador de Contingência que faz a análise de riscos com base na Lógica Paraconsistente Anotada. O estudo do projeto é feito sempre na linha de raciocínio utilizada em Inteligência Artificial, o que permitiu nos mostrar as várias fontes de informação que compõem um Sistema de Sub-Transmissão de Energia Elétrica. O projeto do analisador de contingências exigiu esforços interpretativos na extração do conhecimento e na metodologia de aplicação da Lógica Paraconsistente, a qual considera todas as fontes como geradoras de sinais em forma de Graus de Evidência. Verifica-se que estas informações, extraídas e modeladas são adequadas para tratamento de sinais utilizando os NAPs- Nós de Análises Paraconsistentes. E estes interligados em rede são capazes de efetuar uma análise a partir de evidências de riscos e configuração de chaveamento do Sistema em tempo real, e assim promover uma informação na forma de Grau de evidência resultante que, no caso da ocorrência de falta, será utilizado como informação para o restabelecimento do Sistema. A análise de contingência apresentada neste trabalho deve ser considerada como uma pequena parte de um grande sistema especialista paraconsistente SEP que, através da LPA, responde de forma mais próxima ao raciocínio humano. O analisador de contingência está sendo estudado em *off-line* aplicado a um pequeno Sistema de Sub-Transmissão de Energia Elétrica piloto composto por 2 barramentos e uma subestação de pequeno porte. Tem apresentado bons resultados e responde bem a situações diversas quando comparadas as respostas a situações anteriores, memorizadas em bancos de dados. Os parâmetros de modulação são de fáceis ajustes e o analisador de contingências se adequa facilmente a apresentar informações resultantes condizentes com a realidade. O próximo passo é adequar os Graus de evidência resultantes da análise de contingência para sugerir restabelecimentos que selecionem as várias possibilidades de remanejamentos através de manobras para transferências de cargas.

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] C.M. Bishop Neural Networks for Pattern Recognition. 1.ed. Oxford University Press, 1995.
- [2] CIGRE, Pratical use of expert systems in planning and operation of power systems, TF 38.06.03, Électra, n.146, pp30-67, fevereiro 1993
- [3] N.C.A. Da Costa and J.M. Abe, Aspectos Sobre Aplicações dos Sistemas Paraconsistentes, Atas do I Congresso de Lógica Aplicada à Tecnologia – LAPTEC’2000, Editora Plêiade, São Paulo, SP – Brasil, Editor: J.M. Abe, ISBN 85-85795-29-8, 559-571, 2000.
- [4] N.C.A. Da Costa, J.M. Abe and V.S. Subrahmanian, Remarks on annotated logic, *Zeitschrift f. math. Logik und Grundlagen d. Math.* 37, Vol.37, pp. 561-570, 1991.
- [5] J.I. Da Silva Filho Implementação de circuitos lógicos fundamentados em uma classe de Lógicas Paraconsistentes Anotadas, in Portuguese, Master thesis, University of São Paulo, FFLCH/USP - São Paulo, 1997.

- [6] J.I. Da Silva Filho Métodos de interpretação da Lógica Paraconsistente Anotada com anotação com dois valores LPA2v com construção de Algoritmo e implementação de Circuitos Eletrônicos, in portuguese Ph D thesis, University of São Paulo, POLI/USP - São Paulo, 1999.
- [7] J.I. Da Silva Filho and J.M. ABE, *Fundamentos das Redes Neurais Artificiais - destacando aplicações em Neurocomputação*. 1.ed. São Paulo, Editora Villipress, Brazil 2001.
- [8] J.I.,Da Silva Filho, Rocco, A, Mario, M. C. Ferrara, L.F. P. “Annotated Paraconsistent logic applied to an expert System Dedicated for supporting in an Electric Power Transmission Systems Re-Establishment” IEEE Power Engineering Society - PSC 2006 Power System Conference and Exposition pp. 2212-2220, ISBN-1- 4244-0178-X – Atlanta USA - 2006
- [9] L.F.P. Ferrara, *Redes Neurais Artificiais Aplicada em um Reconhecedor de Caracteres* Dissertação de Mestrado-UFU, Uberlândia-MG, 2003.
- [10] H.G.Martins, *A Lógica Paraconsistente Anotada de Quatro Valores-LPA4v Aplicada em um Sistema de Raciocínio Baseado em Casos para o Restabelecimento de Subestações Elétricas* – UNIFEI – Ph.D Thesis Itajubá, MG, 2003.
- [11] V.S. Subrahmanian, “On the semantics of quantitative Logic programs” Proc. 4 th. IEEE Symposium on Logic